

⑬ Int. Cl. <sup>3</sup>

G 02 F 1/136

識別記号

5 0 0

庁内整理番号

7370-2H

⑭ 公開 平成2年(1990)11月7日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 液晶表示装置

⑯ 特 願 平1-95581

⑰ 出 願 平1(1989)4月14日

⑱ 発 明 者 船 田 文 明 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社  
内

⑲ 出 願 人 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

⑳ 代 理 人 弁理士 野河 信太郎

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

液晶表示装置

## 2. 特許請求の範囲

1. (a) X-Yマトリックス状に配設された電極ラインと、

(b) ソース、ドレイン、ゲートを有し、このゲートが上記電極ラインXに、ソースが電極ラインYに各々接続された多数の第1のスイッチング三端子素子と、

(c) 上記第1の各スイッチング三端子素子に対応する多数の画素電極と液晶駆動用電源に接続される共通電極との間に液晶層を配置してなり、該スイッチング三端子素子のドレイン出力に基づいてマトリックス表示動作を行う液晶表示素子を備えてなり、

(d) 上記画素電極を各々第2のスイッチング三端子素子を介して共通ラインに接続構成すると共に、前記第1のスイッチング三端子素子のドレインラインを信号蓄積キャパシタを介して上記第2

のスイッチング三端子素子のゲートに接続構成したことを特徴とする液晶表示装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## (イ) 産業上の利用分野

本発明は、表示明度を向上できる液晶表示装置に関し、さらに詳しくは、カメラの高精細ファインダ表示やテレビジョンなどの投影型表示に要求される、表示明度を向上した高精細マトリックス型液晶表示を可能とする液晶表示装置に関する。

## (ロ) 従来の技術

従来から、液晶の電気光学効果を画素表示に利用した表示装置としてマトリックス型液晶表示装置が開発されている。この液晶表示装置は、基本的には、ドット・マトリックス状に多数配列された多数の画素電極と、該画素電極と対向する共通電極との間に印加された電圧に応じて入射光を光学変調する液晶層とから成る。

かかるマトリックス型液晶表示装置の動作モードには、前記液晶層として封入する液晶の種類あるいは電気光学的性質の差異に応じて、ツイステッ

ドネマティック(TN)モード、スーパーツイステッドネマティック(STN)モード、ゲスト・ホスト(GH)モード、ダイナミックスキャットリング・モード(DSM)、相転移モードなどの多くのモードが開発されている。また、それらの液晶層と画素電極とから成る個々の表示画素を個別に制御する方法に関しても、(1)単純マトリックス方式、(2)多重マトリックス方式、(3)非線形二端子素子(例えば、ダイオード)を付加した方式、(4)スイッチング三端子素子[例えば、薄膜トランジスタ(TFT)]を付加した方式、ことに、TFTアクティブマトリックス方式などがある。

ところで、これらの動作モード及び表示方式の中で現在では、TNモードとTFTアクティブマトリックス方式の組合わせが一般に用いられている。これは、①高い表示コントラストが低電圧で得やすい、②液晶層のインピーダンスが高く、電荷保持機能が高い、③光学特性がパシクロマティックであり、カラーフィルタと組合わせてフルカラ

ー表示が行い易い、という種々の長を有しているからである。

しかしながら、この組合わせの液晶表示素子においてはTNモードを利用しているため、一對の直線偏光フィルターと組合わせることが必須であるために、入射光の利用効率がこの偏光フィルターを通過するだけで約35%に低下して表示明度が低くなる、という原理的な問題点が残されていた。なお、この約35%という低い利用効率の原因は、自然光の内一方向の偏波面を取り出すことからくる効率の50%減に加え偏光フィルター内の吸収(約10%)、表面反射(約5%)による減少が存在するためである。

従って、もし偏光フィルターを用いることなく光の変調、制御が可能となれば原理的に約3倍程度の表示の明度向上が図れることになる。そこで、偏光フィルターを用いない動作モードを利用することが考えられる。

偏光フィルターを用いない動作モードとしては、前述したダイナミックスキャットリングモード

(DSM)、[G.H. Heilmeyer 他: Proc IEEE 56 1162(1968)]やホワイト・テラ型ゲストホスト(GH)モード[D.L. White 他: J. Appl. Phys. 45 4718(1974)]、コレステリック・ネマティック相転移モード[J.J. Wysocki 他: Proc. SID 13/2 115 (1980)]等が具体的に知られている。

#### (ハ) 発明が解決しようとする課題

しかしながら、上記のモードのうち特にコレステリック・ネマティック相転移モードは、応答速度が低く、またハーフトーン表示が困難なために、今後のディスプレイに於いて必要とされる動画、フルカラー表示を行う上では適切ではない。

また、DSM及びホワイト・テラ型GHモードについては具体的に、それぞれTFTアクティブマトリックスLCDと組み合わせて実験が試みられている。例えば、DSMについては、[由山 他 National Tech. Rep. 25 500(1979)]や[K. Kasahara 他、1980 Biennial Display Research Conference 96頁(1980)]にその例があり、またホワイトテラ型GHモードについては、[S.

Morozumi 他: SID Symposium Digest P.278 (1985)]の報告がなされている。

しかしながら、これらには以下に示す基本的な問題があり、現在に於いても実用に至っていないのが実状である。

すなわち、まずDSMにおいては、その動作原理上ある一定以上の電流が液晶層を流れる必要があり、そのためにイオン性の不純物が該液晶層中に添加されている[船田他、シャープ技報 12 65 (1973)]。しかし、この不純物添加により液晶層の比抵抗が過度に低下すると、第2図に示すような従来のXYマトリックス電極の各交点にTFTを設けた構造では、各画素に印加された電荷が液晶層を通じて外部へ放電してしまい、結果として有効な電圧が液晶層に印加されなくなる不都合が生じる。そこで、一般には、液晶層の誘電率が約5~10であるため、その比抵抗は $10^{11}\Omega\text{cm}$ 以上に保つことが要求されている。しかし、かかる比抵抗の液晶層を用いた場合においても、放電による悪影響は無視できず、ことにこの傾向は高温

で著しく、プロジェクション表示等で強い光源の照射を受ける応用においては致命的な欠陥となっていた。

一方のGHモードにおいては、表示原理的にはイオン性の不純物は必要ではないが、光吸収を生じさせるための二色性染料の添加により不可避免的にイオン性不純物が混入し、結果としては液晶層の伝導率が増してしまい（すなわち比抵抗が低下してしまう）電荷保持機能が低下してしまうのが実状であった。そして、この場合も特に高温時（室温以上）にこの傾向が顕著となっていた。

この点に関し、第3図に示すように、TFTと液晶表示素子（C<sub>2</sub>）との間に、いわゆる信号蓄積キャパシタ（C<sub>1</sub>）を設けると共に、このキャパシタ（C<sub>1</sub>）の容量を大きくすることで上記した放電による電荷保持機能の低下をできるだけ防止することが考えられる。

しかしながら、このような信号蓄積キャパシタを用いても原理的に電荷保持機能の低下防止には限界があり、また、高集積化されたマトリックス

共通電極との間に液晶層を配置してなり、該スイッチング三端子素子のドレイン出力に基づいてマトリックス表示動作を行う液晶表示素子を備えてなり、(d)上記画素電極を各々第2のスイッチング三端子素子を介して共通ラインに接続構成すると共に、前記第1のスイッチング三端子素子のドレインラインを信号蓄積キャパシタを介して上記第2のスイッチング三端子素子のゲートに接続構成したことを特徴とする液晶表示装置が提供される。

本発明の液晶表示装置は、ことに前述したDSM、GHモード、コレステリック-ネマティック相転移モード等のように、偏光フィルターを用いずにかつ液晶層としてイオン性不純物を含む低比抵抗のものを用いてその光吸収や光散乱特性についての液晶電気光学効果を表示に利用する動作モードと組合わせた場合に最も有効であり、プロジェクション（投影）型の液晶表示装置に組合わせるのがさらに一つの好ましい態様である。

とくに、本発明の液晶表示装置によれば、従来よりも導電性の高い液晶層ことに $10^{11}\Omega\text{cm}$ 以下

表示装置において、充分な電気容量の信号蓄積キャパシタを多数のTFT毎に設けるのは、ソースドライバ、ソースバスラインや第1のスイッチングTFTに対する負荷を増すと共に、面積的制約や製造技術面で困難であった。

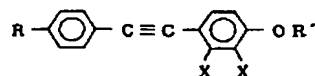
本発明は、かかる状況下なされたものであり、ことに比抵抗が小さな液晶層を使用した場合においてもそこでの放電による表示動作への悪影響を防止でき、それにより偏光フィルターを用いない高い表示明度を実現できる新しいTFTアクティブマトリックス方式の液晶表示装置を提供しようとするものである。

## (二) 課題を解決するための手段

かくして本発明によれば、(a)X-Yマトリックス状に配設された電極ラインと、(b)ソース、ドレイン、ゲートを有し、このゲートが上記電極ラインXに、ソースが電極ラインYに各々接続された多数の第1のスイッチング三端子素子と、(c)上記第1の各スイッチング三端子素子に対応する多数の画素電極と液晶駆動用電源に接続される共

の低比抵抗の液晶層を用いた場合においても、放電による表示動作への悪影響を防止できるため、アクティブマトリックス駆動において前記した種々のDSM、GHモード、相転移モード等の動作をより効果的かつ確実に組合わせることができる。従って、本発明においては、 $10^{11}\Omega\text{cm}$ 以下の低比抵抗の液晶層を用いるのが、好ましい態様である。

例えばDSMを適用する場合には、中性、又は弱い正の誘電異方性または負の誘電異方性を有したネマティック化合物、例えば、

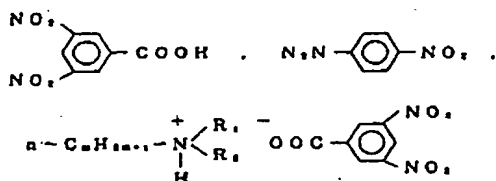


及び/又は

（式中、R、R'は各々独立してC<sub>1</sub>～C<sub>4</sub>のアルキル基；Xは水素原子またはフッ素原子）

を含有してなりかつ全体系として負の誘電異方性

を有し正の誘電異方性を有する混合液晶組成物が用いられ、そこに添加するイオン性不純物としては、



(式中、 $m$ は1～16の整数、 $R_1$ 、 $R_2$ は水素原子、メチル基又はベンジル基)等の化合物(崎崎他:応物学会(1979)春期講演会30P-B-13)が好適に使用できる。

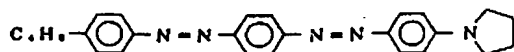
また、ホワイトテラ型GHモードの場合には、正の誘電異方性を有するコレステリック液晶化合物や正の誘電異方性を有したネマティック液晶化合物に光学活性化合物が添加したものが用いられる。またこのモードの場合には、二色性染料として、T.Uchidaらの文献[T.Uchida 他:Mol.Cryst and Liq.Cryst.83 19(1981)]に記載があるように、下記アゾ染料:

きる。また、Si基板を用いたいわゆるMOS型トランジスタアレイも反射型装置用として通用可能である。信号蓄積キャパシタとしては上記配線材料と同様な導電体を電極とし絶縁体として上記交差部絶縁材料と同様の材料を用いて形成したものが通している。但し、信号蓄積キャパシタは、上記第1のスイッチング三端子素子と別個の素子として設けられてなくてもよく、この第1のスイッチング三端子素子の内在するコンデンサ成分を利用したもの、すなわちその浮遊容量を利用したものであってもよい。

なお、例えば上記TFTの形成は、特開昭58-147069号に記載された手法に準じて行うことができる。

また、表示エレメントを構成する画素電極や共通電極には少なくとも一方が透明の電極(ITOや $In_2O_3$ と $SnO_2$ の2重膜)等が用いられ、いわゆる反射型表示装置とする場合には他方はAl、Au等の金属電極が用いられる。

なお、液晶駆動用電源は通常、交流電源が適し



やアントラキノン染料が一般的に用いられるが、これらの染料以外のクマリン系染料等の蛍光染料やその他の染料でも適用可能である。

本発明の電極ラインの材料としては、ITO、Al、Ti、Ni、W、Mo、Cr、p-Si( $n^+$ )等の一般的配線材料を用いることができ、電極ラインの交差部には $SiO_2$ 、 $SiN_x$ 、 $Ta_2O_5$ 、 $Al_2O_3$ 等の絶縁膜が用いられて短絡が防止される。

本発明における第1及び第2のスイッチング三端子素子としては例えば薄膜トランジスタ(TFT)が適しており、信号蓄積キャパシタとしても通常のアクティブマトリックス方式に用いられるコンデンサ素子を適用することができる。例えば、第1及び第2のスイッチング三端子素子としてはa-Si、p-Si、Si結晶、CdSe、GaAs、GaP等からなるTFTを用いることがで

ているが、場合によっては直流電源を用いることも可能である。

#### (ホ)作用

電極ラインX及びYによって選択された第1のスイッチング三端子素子からのドレイン出力により、①信号蓄積キャパシタに電荷が蓄積すると共に②第2のスイッチング三端子素子のゲートに電圧が付与されて閉回路となって液晶表示素子の対応する画素電極部位に液晶駆動用電源から電圧が印加されて表示動作が行われる。

この際、電極ラインX及びYの選択は一定の短いフレーム周波数下での走査により行われるため、第1のスイッチング三端子素子の出力時間は、一つの画素電極に対しては極めて短い。

しかし、信号蓄積キャパシタが付設されているため、第1のスイッチング三端子素子がOFF状態となった後においても第2のスイッチング三端子素子のゲートに一定時間電圧が付与されてON状態が保たれる。そして、信号蓄積キャパシタに蓄積した電荷は、第2のスイッチング三端子素子

を介して液晶表示素子と切替されているため、放電による消費は実質的に生じず、従来に比して電荷保持時間も延長される。

一方、第2のスイッチング三端子素子のON状態が保たれる状態においては、液晶層で放電が生じても液晶駆動用電源からの電荷が連続して供給されるため、放電による悪影響も生じない。

従って、液晶層に低比抵抗ことに $10^{-11}\Omega\text{cm}$ 以下のものを用いても、液晶のマトリックス表示動作が確保され、その結果、DSM、GHモード、相転移モード等を適用することで高い表示明度のマトリックス表示が可能となる。とくに、DSM用液晶においてはフリッカー防止や高速動作等の点で比抵抗 $10^{-11}\Omega\text{cm}$ 以下のものを用いるのが好ましい。

#### (へ) 実施例

第1図は、本発明の一実施例のマトリックス型液晶表示装置におけるマトリックスの一表示単位の構成を示す等価回路図である。

図中、 $X_1, X_2, \dots$ はX-Yマトリックス状電

かかる実施例の液晶表示装置において、 $TFT_1$ は $TFT_2$ を駆動するスイッチング三端子素子として働き、 $TFT_2$ は液晶駆動用交流電圧を液晶表示素子( $C_1$ )の所定位置の液晶層に印加するためのスイッチング三端子素子(一種のパラフィートランジスタ)として働く。またコンデンサ( $C_2$ )は、 $TFT_1$ がOFF状態となった後にも $TFT_2$ のON状態を一定時間保持する信号蓄積キャパシタとして働く。

この構成においては、コンデンサ $C_2$ は高インピーダンスの $TFT_2$ のゲートに接続されており、液晶表示素子( $C_1$ )に直接接続されていないため放電し難く、そこに蓄積した電荷は、 $TFT_1$ がOFF状態となった後にも従来に比して長時間 $TFT_2$ をON状態に保つよう作用する。

従って、比抵抗が低く放電し易い液晶層を用いた場合においても、この放電により $TFT_2$ が必要とする時間(通常、フレーム周波数の周期)よりも短時間でOFFになる現象が防止され、所望の液晶のマトリックス表示動作を行うことがで

極におけるデータ信号バスライン(電極ライン $X$ )を、 $Y_1, Y_2, \dots$ は同じく走査信号バスライン(電極ライン $Y$ )を各々示すものであり、これらの交差部(アドレス)は絶縁膜で隔離されている。この交差部の近傍には各々第1の薄膜トランジスタ( $TFT_1$ )が配設されてそのゲートは電極ライン $Y(Y_1)$ に、ソースは電極ライン $X(X_1)$ に各々接続されている。そして図に示すごとく $TFT_1$ のドレインラインは第2の薄膜トランジスタ( $TFT_2$ )のゲートに接続されてその途中には信号蓄積キャパシタとなるコンデンサ( $C_2$ )が接続されている。

一方、 $TFT_2$ のソースは、多数の画素電極(a)と共通電極(b)との間に液晶層を配置せしめた液晶表示素子( $C_1$ )における一つの画素電極(a)に接続されており、共通電極(b)は液晶駆動用の交流電源( $V_c$ )に接続されている。

なお、図中Eは共通ライン(アースライン)を示し、コンデンサ( $C_2$ )の一端及び $TFT_2$ のドレインに接続されている。

きる。

なお、上記回路構成を採用して下記の条件で、偏光フィルタを用いないDSM-プロジェクション型アクティブマトリックス液晶表示装置を構成した。

1)液晶表示方法: プロジェクション型

2)光源: メタルハライドランプ

3)パネル寸法: 対角3"

4)パネル画素数:  $240 \times 384$ ドット

5)パネル基板: コーニング7059ガラス1.1t

6) $TFT_1, TFT_2$ : アモルファスシリコン TFT

ゲート材料Ta, ゲート酸化膜 $Ta_2O_5/SiN_x$

半導体材料 P-CVDによるa-Si

ソースドレイン材料 n<sup>+</sup>a-Si/Ti重層膜

7)  $C_1$ : Ta/Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>・SiN<sub>x</sub>/Ti

8)  $C_2$ : ITO/液晶/ITO

(液晶層厚は1 $\mu$ mのポリスチレン-スチレンを使用)

- 9) 液晶層:  $\text{CH}_3\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_5$  59.5wt/%  
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_5$  40 wt/%  
 からなる混合液晶

- 10) 付着性不純物:  $\text{C}_{10}\text{H}_{19}\text{N}^+\text{H}(\text{CH}_3)_2\text{OOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NO}_2$  0.5 wt/%  
 11) 駆動交流電圧: 60Hz 矩形波 15Vrms

なお、上記液晶層の比抵抗は、 $10^9 \Omega \text{cm}$ であった。

かかる液晶表示装置によりスクリーン上に表示を行ったところ、同一光源を用いて従来のTNモードの約2倍の明るさ(100fL)の表示(白表示状態での比較)を得ることが可能となった。

#### (ト) 発明の効果

本発明の液晶表示装置によれば、液晶層の比抵抗が低く実質的に電荷保持機能がないものを用いた場合においても、液晶層への電圧印加が時間的に確保され、所望の液晶マトリックス表示を行うことが可能となる。

従って、偏光フィルタを用いずに階調表示、高コントラスト表示、高速応答表示が可能なDSM

$Y_1, Y_2, \dots$  電極ラインY、

TFT<sub>1</sub>,  $\dots$  第1の薄膜トランジスタ、

TFT<sub>2</sub>,  $\dots$  第2の薄膜トランジスタ、

C<sub>1</sub>,  $\dots$  コンデンサ(信号蓄積キャパシタ)、

C<sub>2</sub>,  $\dots$  液晶表示素子、

a  $\dots$  画素電圧、b  $\dots$  共通電極、

V<sub>c</sub>  $\dots$  交流電源、

E  $\dots$  共通ライン。

代理人 弁理士 野河信太郎



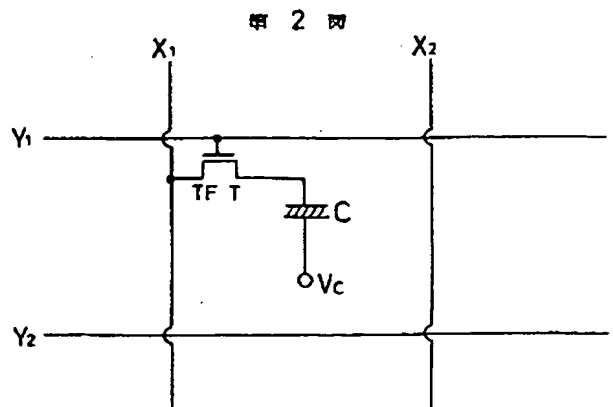
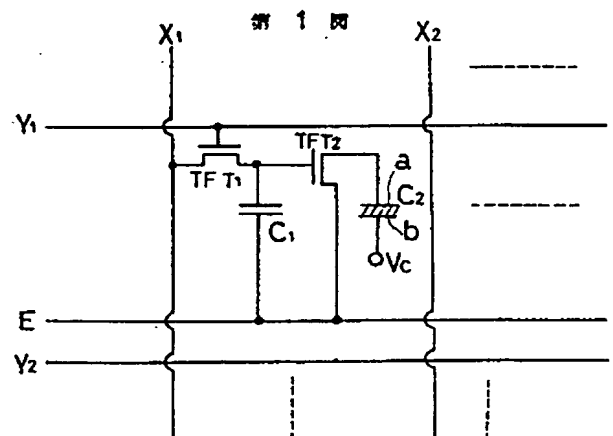
やホワイトテラ型GHモードなどを液晶の電気光学的モードとして採用して理想的な高い表示明度のアクティブマトリックス表示を行うことができる。

そして、ことに本発明の液晶表示装置は、高温動作と高光利用効率を同時に満足させる必要のあるプロジェクション型の表示装置のライトバルブとして有効であるが、屋外使用の高精細ディスプレイ、例えばVTRモニター、LCTV、ビューファインダー等へも有効に利用でき、また車載用や航空機表示への応用にも適している。さらに、透過型のみならず反射型表示装置へも適用することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の一実施例の液晶表示装置における一表示単位の等価回路図、第2図及び第3図は従来の液晶表示装置の一表示単位を示す第1図相当図である。

$X_1, X_2, \dots$  電極ライン、



第 3 図

